

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Elo	Examiner:	UNKNOWN
Serial No.:	TO BE ASSIGNED	Group Art Unit:	TO BE ASSIGNED
Filed:	August 13, 2001	Docket No.:	796.396USW1
Title:	MULTIPLEXING AND DEMULTIPLEXING OF NARROWBAND AND BROADBAND SERVICES IN A TRANSMISSION CONNECTION		

CERTIFICATE UNDER 37 C.F.R. 1.10:

'Express Mail' mailing number: EL733008814US

Date of Deposit: August 13, 2001

The undersigned hereby certifies that this Transmittal Letter and the paper or fee, as described herein, are being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

By: Lee Thao
~~Karl Arnold~~

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Box PATENT APPLICATION
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed is a certified copy of Finnish application, Serial Number 990308, filed
15 February 1999, the priority of which is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC
6500 City West Parkway, Suite 100
Minneapolis, MN 55344-7701
(952) 912-0527

Date: August 13, 2001

By: Michael B. Lasky

Michael B. Lasky
Reg. No. 29,555
MBL/jsa

The filing fee is calculated below

CLAIMS				
	Number Filed	Number Extra	Rate	Fee
Total Claims	8		X \$18.00	\$
Indep. Claims	2		X \$80.00	\$
Multiply Dependent Claims				\$
Basic Fee				\$ 710.00
TOTAL				\$ 710.00

5. ☒ Payment of filing fees
 - ☒ A check in the amount of \$710.00 is enclosed.
 - ☐ Please charge Deposit Account Number 50-1038.
 - ☐ Is deferred.
6. ☒ The Commissioner is hereby authorized to credit any overpayment or charge any fees required under 37 C.F.R. §1.16-1.18 to Deposit Account Number 50-1038.
7. ☒ The priority of Finnish application number 990308, filed 15 February 1999, is claimed under 35 U.S.C. §119.
 - ☒ A certified copy of the priority application is enclosed.
8. ☒ A Declaration is enclosed.
9. ☒ An assignment of the invention to Nokia Networks Oy, Recordation Form Cover Sheet (Patents Only) and a check in the amount of \$40.
10. ☒ An Information Disclosure Statement, Form PTO 1449 and copies of 5 citations are enclosed.
11. ☒ Correspondence Address

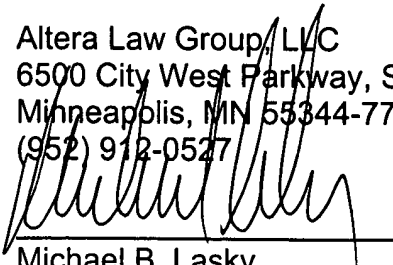
Altera Law Group
6500 City West Parkway - Suite 100
Minneapolis, Minnesota 55343-7701
12. ☒ Address all correspondence to Michael B. Lasky.
13. ☒ Also enclosed: Abstract
14. ☒ A return postcard is enclosed.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC
6500 City West Parkway, Suite 100
Minneapolis, MN 55344-7701
(952) 912-0527

Date: August 13, 2001

By:


Michael B. Lasky
Reg. No. 29,555
MBL/jsa

Helsinki 23.5.2001

09/913576#8
518 Rec'd PCT/PTO 13 AUG 2001

P.D.
4-2-01

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

Hakija
Applicant

Nokia Telecommunications Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

990308 (pat.106682)

Tekemispäivä
Filing date

15.02.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H04J 1/02

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Kapea- ja laajakaistaisten palvelujen erotus siirtoyhteydellä"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 12.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 12.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Kapea- ja laajakaistaisten palvelujen erotus siirtoyhteydellä

Keksinnön ala

5 Keksintö liittyy yleisesti sellaisen siirtoyhteyden toteuttamiseen, jonka
kautta tarjotaan sekä kapea- että laajakaistaisia palveluja. Tarkemmin sanot-
tuna keksintö koskee kapeakaistaisten POTS/ISDN-palvelujen erottamista
laajakaistapalveluista, erityisesti ADSL-teknologian (Asymmetrical Digital Sub-
scriber Line) avulla toteutetuista laajakaistapalveluista. Kapeakaistaisilla pal-
veluilla tarkoitetaan tässä yhteydessä niitä palveluja, jotka tarjotaan taajuus-
10 alueella, joka on ADSL-kaistan alapuolella.

Keksinnön tausta

Optinen kuitu on itsestään selvä valinta runkoverkon siirtomediaksi,
koska runkoyhteyksillä on yleensä tarvetta suureen siirtokapasiteettiin, käytetyt
15 siirtoetäisyydet ovat pitkiä, ja kaapeleille löytyy usein valmiita reittejä. Tilaaja-
yhteyksilläkin (paikalliskeskuksen ja tilaajan välinen linja) tilanne on nopeasti
muuttumassa, koska erilaiset multimedialla toteutetut palvelut, jotka vaativat
suurta siirtonopeutta, tulevat olemaan arkipäivää myös yksityisen kuluttajan
kannalta.

20 Tulevaisuuden laajakaistaisia palveluja tarjoavan verkon rakennus-
kustannuksiin ei kuitenkaan ole odotettavissa merkittäviä säästöjä, koska
kustannukset syntyvät pääasiassa kaapelin asennuskustannuksista. Optista
kuitua haluttaisiin kuitenkin rakentaa myös tilaajaverkon puolelle mahdollisim-
man paljon, koska on selvästi nähtävissä, että sitä tarvitaan tulevaisuudessa.
25 Tilaajaverkon uusimisen kustannukset ovat kuitenkin erittäin suuret, ja ajalli-
sestikin puhutaan tässä yhteydessä vuosikymmenistä. Suuret kustannukset
ovatkin pahin este kuidun leviämislle tilaajaverkon puolelle.

Edellä mainituista syistä johtuen on ryhdytty entistä tehokkaammin
selvittämään tavanomaisen tilaajajohdon (metalliparikaapelin) hyödyntämistä
30 nopeaan datasiirtoon, toisin sanoen nopeuksille, jotka ovat selvästi ISDN-
perusliittymän nopeuden (144 kbit/s) yläpuolella. Nykyiset ADSL (Asym-
metrical Digital Subscriber Line) ja HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)
-tekniikat tarjoavatkin uusia mahdollisuuksia nopean datan ja videon siirtämi-
seksi puhelinverkon parikaapelia pitkin tilaajien päätelaitteille.

ADSL-siirtoyhteys on epäsymmetrinen siten, että siirtonopeus verkosta tilaajalle päin on huomattavasti suurempi kuin tilaajalta verkkoon päin. ADSL-tekniikka on tarkoitettu pääasiassa erilaisille tilauspalveluille (ns. "on demand" -palvelut). Käytännössä on ADSL-siirtoyhteyden nopeus verkosta tilaajalle päin luokkaa 2 - 6 Mbit/s ja tilaajalta verkkoon päin luokkaa 32 - 640 kbit/s (pelkkä ohjauskanava). (ADSL-linjan datanopeus on aina $n \times 32$ kbit/s, missä n on kokonaisluku.)

HDSL-siirtotekniikka koskee 2 Mbit/s-tasoisien digitaalisen signaalin siirtämistä metalliparikaapelissa. HDSL edustaa symmetristä tekniikkaa, toisin sanoen siirtonopeus on sama kumpaankin suuntaan.

Koska edellä mainituilla ratkaisuilla päästään vain nopeuksille, jotka ovat luokkaa 1 - 6 Mbit/s, on tilaajajohdon parikaapeliin haettu myös tekniikkaa, joka mahdollistaisi ATM-tasoiset nopeudet (10 - 55 Mbit/s). Kansainvälinen standardointijärjestö ETSI (European Telecommunications Standards Institute) onkin tekemässä spesifikaatiota VDSL-laitteista (Very high data rate Digital Subscriber Line), joilla tällaiset nopeudet mahdollistetaan. VDSL-tekniikalla voidaan toteuttaa sekä symmetrisiä että asymmetrisiä yhteyksiä.

Edellä mainittuja teknologioita, joilla siirretään nopeaa dataa parikaapelin kautta kutsutaan yhteisellä lyhenteellä xDSL. Vaikka siis vielä ei olekaan mahdollista tarjota loppukäyttäjille laajakaistaisia palveluja optisen kuidun avulla, näiden tekniikoiden avulla nykyiset puhelinoperaattorit pystyvät tarjoamaan kyseisiä palveluja olemassa olevien tilaajajohtojen kautta.

Koska ADSL näyttää tällä hetkellä lupaavimmalta tekniikalta laajakaistaisten palvelujen toteuttamiseksi, käytetään sitä esimerkkinä siitä liittymätekniikasta, jonka avulla palvelut tarjotaan.

ADSL Forum on määritellyt yleisen xDSL-yhteyksiä koskevan verkkomallin, jota on havainnollistettu kuviossa 1. Laitte, joka kytkeytyy tilaajajohdolle tilaajan päässä on nimeltään ATU-R (ADSL Transmission Unit - Remote) ja laite, joka kytkeytyy tilaajajohdolle verkon päässä (esim. paikalliskeskuksesta) on nimeltään ATU-C (ADSL Transmission Unit - Central). Näitä laitteita kutsutaan myös ADSL-modeemeiksi (tai ADSL-lähetinvastaanottimiksi; ADSL-transceiver) ja ne muodostavat väliinsä ADSL-linkin. ADSL-yhteyden nopea data yhdistetään tilaajajohdolle niin, että tilaaja voi edelleen käyttää vanhoja kapeakaistaisia POTS/ISDN-palveluja, mutta sen lisäksi hänellä on käytettävissään nopea datayhteys. Periaatteessa on olemassa kaksi tapaa multiplek-

soida POTS- ja ADSL-signaalit tai ISDN- ja ADSL-signaalit samalle tilaajajohdolle: aikamultipleksointi tai taajuusmultipleksointi. Esillä olevassa keksinnössä käytetään taajuusmultipleksointia, jolloin kapea- ja laajakaistaiset palvelut erotetaan toisistaan jakosuodattimella tai jakajalla (engl. splitter tai cross-over),
 5 joka suorittaa ADSL-signaalien ja kapeakaistaisen signaalien taajuuserotteen. Jakaja voi olla POTS/ADSL-jakaja PS tai ISDN/ADSL-jakaja IS.

Loppukäyttäjän luona olevat päätelaitteet TE voivat olla useaa eri tyyppiä, esim. kaapeli-TV-verkon päätteitä TE1, henkilökohtaisia tietokoneita TE2 tai vaikkapa ISDN-puhelimia TE3, jos käytetään aikamultipleksointia. Jokaista päätelaitetta kohti on palvelumoduuli SM_i (i=1...3), joka suorittaa päättesovitukseen liittyvät funktiot. Tällaisia palvelumoduuleja voivat käytännössä olla esim. ns. Set Top Boxit, PC-rajapinnat tai lähiverkkoreitittimet. Tilaajan tiloissa oleva jakeluverkko PDN (Premises Distribution Network) yhdistää ATU-R:n palvelumoduuleihin.

15 ADSL-linkin verkon puoleisessa päässä liittymäsolmu AN (Access Node) muodostaa kapeakaistaisen ja laajakaistaisen datan keskityspisteen, jossa keskitetään erilaisista palvelujärjestelmistä erilaisten verkkojen kautta tuleva liikenne. Liittymäsolmu sijaitsee esim. puhelinverkon keskuksessa.

Kuviossa 1 on viitemerkillä A merkitty yksityisen verkon osuutta, viitemerkillä B julkisen verkon osuutta ja viitemerkillä C tilaajan tiloissa olevaa verkkoa (puhelimet ovat luonnollisestikin tilaajan luona).

Edellä esitettiin yleinen xDSL-yhteyksiä koskeva verkkomalli keksinnön yleisen ympäristön kuvaamiseksi. Koska keksintö liittyy varsinaisen ADSL-linkin osuuteen, joka sijaitsee joko paikalliskeskuksen ja tilaajan välissä tai kadunvarsikaapin ja tilaajan välissä, kuvataan jatkossa tarkemmin vain tätä ADSL-modeemien välistä osuutta.

Kuten edellä mainittiin, POTS- (Plain Old Telephone Service) ja ADSL-palvelut voidaan taajuusmultipleksoida samalle johdinparille jakajan avulla. Kuviossa 2 on havainnollistettu POTS- ja ADSL-palveluiden kesken jaettua tilaajajohtoa, jota on merkitty viitemerkillä SL. Käytännössä jakaja (PS1 tai PS2) sisältää kaksi suodatinyksikköä: alipäästösuodatinyksikkö LPF estää ADSL-kaistan (25 kHz...1,1 MHz) signaalien pääsyn POTS-liitäntään I1 ja ylipäästösuodatinyksikkö HPF estää POTS-kaistan (0 Hz...4 kHz) signaalien pääsyn ADSL-liitäntään I2. Yhteyden taajuusjako on siis kuviossa 3 esitetyn
 35 kaltainen: matalilla taajuuksilla siirretään POTS- tai ISDN-palveluihin liittyvät

signaalit ja suuremmilla taajuuksilla ADSL-signaalit. Jakajassa on linjaportti (P), joka on kytketty tilaajajohdolle. Alipäästösuodatinyksikkö on kytketty linjaportin ja POTS-liitännän I1 väliin ja ylipäästösuodatinyksikkö HPF linjaportin ja ADSL-liitännän I2 väliin.

- 5 Teleoperaattorit määrittelevät suodattimien hyvyyden ns. referenssi-impedanssin avulla, joka määritellään siten, että se vastaa mahdollisimman hyvin tilaajayhteyden todellista impedanssia. Kuviossa 4 on esitetty tyypillistä operaattorien käyttämää referenssi-impedanssia Z_{ref} , joka käsittää vastuksen (R11), jonka perään on kytketty vastuksen (R12) ja kondensaattorin (C11) rinnankytkentä. Osa operaattoreista määrittelee referenssi-impedanssin reaalisena ($R11 = C11 = 0$), mutta yleisessä tapauksessa referenssi-impedanssi on kuitenkin kompleksinen. Suodattimen tulee tarjota riittävän hyvä impedanssisovitus referenssi-impedanssiin äänikaistalla. Täydellinen impedanssisovitus saavutetaan silloin, kun generaattorin lähtöimpedanssi yhtyy kuormaimpedanssiin. Operaattorit arvioivat suodatinyksikköjen hyvyttä syöttämällä referenssi-impedanssin suuruiseen kuormaimpedanssiin signaalia generaattorilla, jonka lähtöimpedanssi on myös referenssi-impedanssin suuruinen. Kuormaimpedanssia katsotaan suodattimen läpi. Tällöin tehollinen kuormaimpedanssi poikkeaa referenssi-impedanssista, sillä suodatinyksikkö ei voi olla koskaan täysin läpinäkyvä. Impedanssisovitusta koskevaa kansainvälistä standardia ei ole olemassa, vaan kullakin operaattorilla on omat kvantitatiiviset mittarinsa sille, mikä on riittävän hyvä impedanssisovitus.

- 25 Jakajan impedanssisovituksen on oltava mahdollisimman hyvä kummassakin suunnassa eli kummassakaan suunnassa ei saa syntyä liikaa heijastuksia. Käytännössä tällainen suodatinyksikkö voidaan toteuttaa passiivisena LC-verkkona (eli kytkentänä, joka koostuu keloista ja kondensaattoreista). Ylipäästösuodattimen tapauksessa LC-toteutus lieneekin ainoa varteenotettava vaihtoehto. Alipäästösuodattimen tapauksessa tähän toteutustapaan liittyy kuitenkin merkittäviä ongelmia, joita kuvataan seuraavassa.

- 30 Passiivinen alipäästösuodatin kuormittaa sekä tilaajajohtoa että POTS-liitäntää tuloimpedanssillaan. Tämän impedanssin tulisi olla mahdollisimman tarkkaan sama kuin tilaajajohdon ja POTS-liitännän impedanssi ennen jakajan asennusta, koska tällöin jakaja ei heikennä POTS-liitännän sovitusta tilaajajohdolle. Passiivisen suodattimen impedanssia ei voida kuitenkaan mitoittoa muista parametreista riippumatta, vaan tavoitteena oleva siirtofunktio

sekä kuormaimpedanssi asettavat reunaehdot toteutettavissa olevalle tuloimpedanssille.

POTS- ja ADSL-palveluiden välille on lisäksi saatava riittävä eristys. Käytännössä on havaittu, että alipäästösudattimessa tarvitaan vähintään 40
 5 desibelin kytkentävaimennus takaamaan sen, että palvelut näyttävät tilaajan kannalta täysin eristetyiltä toisistaan. Tällaisella vaimennuksella saavutetaan myös ne kansainväliset vaatimukset, jotka asetetaan POTS-liitännässä mitattavien, äänikaistan ulkopuolisten signaalien maksimitasolle. Useimpien operaattorien tapauksessa ei tällöin ole kuitenkaan mahdollista saavuttaa riittävän
 10 hyvää impedanssisovitusta. Syntyvä epäsovitus pienentää kiertovaimennusta (trans-hybrid loss) keskus päässä ja sivuäänivaimennusta (sidetone masking ratio) tilaajapäässä, jolloin palvelun laatu heikkenee.

Näin ollen se karakteristinen impedanssi Z'_0 , joka nähdään, kun katsotaan tilaajajohtoa LC-suodattimen läpi, on käytännössä aina ainakin jonkin
 15 verran eri suuruinen kuin pelkän tilaajajohdon karakteristinen impedanssi Z_0 . Suodatus on kuitenkin pyrittävä suorittamaan siten, että $Z'_0 \approx Z_0$. Impedanssisovituksen toteuttamiseksi on kaksi periaatteellista vaihtoehtoa. Ensinnäkin itse suodatin voidaan toteuttaa siten, että sen tuloimpedanssi on riittävällä tarkkuudella oikea. Toinen vaihtoehto on toteuttaa suodatin siten, että sen tuloimpedanssi poikkeaa selkeästi ideaalisesta arvostaan, mutta impedanssisovitusta korjataan erillisellä korjauslohkolla. Tällaista korjauslohkoa kutsutaan
 20 nimellä GIC (Generalized Immittance Converter). Valittava toteutusvaihtoehto riippuu lähinnä teleoperaattorien vaatimusmäärittelyistä. Joidenkin teleoperaattorien vaatimusmäärittelyt edellyttävät, että impedanssisovitus tehdään erillisellä GIC-lohkolla.
 25

GIC-lohkon käyttöön perustuvaa ratkaisua on kuvattu eurooppalaisessa patenttijulkaisussa EP-0742972-B1. Tässä julkaisussa esitetään POTS-jakaja, jossa käytetään alipäästösudattimena passiivista suodatinta (LC-verkkoa), mutta tämän lisäksi tehdään impedanssin korjaus kaksisuuntaisesti
 30 käyttäen kahta GIC-lohkoa. Tarkemmin sanottuna, julkaisussa esitetystä toteutuksessa on LC- ja GIC-lohkoja käytetty kuvion 5 esittämällä tavalla eli siten, että alipäästösudattimena toimiva LC-verkko 52 on sijoitettu kahden GIC-lohkon 51 väliin. Tässä julkaisussa lähdetään siis ajatuksesta, että kummankin suunnan impedanssisovituksen saamiseksi riittävän hyväksi alipäästösudatin
 35 on toteutettava resiprookkisena eli peilaussymmetrisenä.

GIC-lohko on kuitenkin käytännössä kallis ja suurikokoinen piirielementti, joten kahden tällaisen, keskenään oleellisesti samanlaisen piirielementin mukanaolo tekee jakajasta kalliin ja suurikokoisen sekä johtaa hankalaan käytännön toteutukseen.

5 GIC-lohkoon on lisäksi havaittu liittyvän ainakin seuraavat epäkohdat:

- Edullisessa käytännön toteutuksessa GIC-lohkon tulopiiri kytkeytyy linjalle kapasitiivisesti ja lähtöpiiri induktiivisesti. Tällöin GIC-lohkoon liittyy äärellinen määrä ylimenoresistanssia, josta seuraa POTS-linjan tehollisen pitiuuden kasvu offhook-tilassa.
- 10 - GIC-lohkoon liittyy myös äärellinen määrä rinnakkaisimpedanssia, joka kuormittaa linjaa onhook-tilassa, jossa impedanssi on nimellisesti ääretön.
- GIC-lohko on aktiivinen eli kuluttaa virtaa.

15 Keksinnön yhteenveto

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on saada aikaan parannus edellä esitettyihin epäkohtiin aikaansaamalla ratkaisu, jonka avulla impedanssikorjaus pystytään toteuttamaan mahdollisimman optimaalisella tavalla.

Tämä päämäärä saavutetaan keksinnön mukaisella ratkaisulla, joka
20 on määritelty itsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön ajatuksena on kompensoida jakajan lisäyksen aiheuttama palvelun laadun heikennystä epäsymmetrisesti sijoittamalla impedanssin konvertointielimet kokonaisuudessaan passiivisen alipäästösuodatinlohkon tilaajajohdon puoleisen liitännän ja POTS/ISDN-liitännän väliin. Tällöin impedanssisovitus voidaan suorittaa joko käyttäen ainoastaan yhtä GIC-lohkoa, joka sijoitetaan passiivisen alipäästösuodatinlohkon ja POTS-liitännän väliin tai jopa kokonaan ilman GIC-lohkoa varustamalla passiivinen alipäästösuodatin erillisillä vastuksilla, joilla saavutetaan impedanssin korjausvaikutusta suodatinlohkon karakteristista impedanssia muuttamalla. Viime mainittu tapa on kuitenkin tarkoitettu vain tilanteisiin, joissa sovitustaatimukset eivät ole tiukkoja, joten yhden GIC-lohkon toteutustapa on suotava. Tällä GIC-lohkolla impedanssisovitus pystytään palauttamaan mahdollisimman suurella tarkkuudella vastaamaan tilannetta ennen ADSL:n asennusta, etenkin, kun käytännössä tiukimmatkin sovitustaatimukset voidaan täyttää käyttämällä yhden GIC-loh-

kon lisäksi passiivisessa alipäästösuodatinlohkossa em. vastuksia, joilla suodattimen sovitusta voidaan parantaa tilaajalinjan puolelta.

Keksintö perustuu siihen oivallukseen, että palvelun laadun säilymisen kannalta oleellista on yhteyden symmetrisyys, ei jakajan (suodattimen) symmetrisyys. Koska alipäästösuodattimen lisääminen yhteydelle aiheuttaa tilaajalaitteessa olevan impedanssisillan (kuvataan jäljempänä) tasapainon heikkenemistä, ei erillisellä GIC-lohkolla suoritettavasta korjauksesta ole oleellista hyötyä sillä puolella suodatinta, jossa 2/4-johdinkonversiota ei tehdä. Näin ollen erillistä GIC-lohkoa ei tarvita suodatinlohkon tilaajalinjan puolella, vaan impedanssisovitus pystytään toteuttamaan ainoastaan yhdellä POTS-liitännän puolella olevalla loholla, käyttäen tarvittaessa apuna em. vastuksia suodatinlohkossa.

Keksinnön mukaisen ratkaisun avulla voidaan laadukas xDSL-palvelu toteuttaa taloudellisesti entistä edullisemmin sekä entistä pienempää ja yksinkertaisempaa jakajaa käyttäen. Lisäksi ratkaisulla saavutetaan kahden GIC:n ratkaisuun verrattuna muita etuja, kuten em. ylimenoresistanssin puolittuminen ja sen seurauksena pienempi tehollisen pituuden kasvu offhook-tilassa sekä em. rinnakkaisimpedanssin kaksinkertaistuminen ja sen seurauksena onhook-tilan kuormituksen puolittuminen.

20

Kuvioluettelo

Seuraavassa keksintöä ja sen edullisia suoritusmuotoja kuvataan tarkemmin viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, joissa

- 25 kuvio 1 havainnollistaa ADSL Forumin määrittelemää yleistä verkkomallia,
- kuvio 2 esittää POTS- ja ADSL-palveluiden kesken jaettua tilaajajohtoa,
- kuvio 3 esittää keksinnön mukaisella siirtoyhteydellä käytettyä taajuusjakoa,
- kuvio 4 havainnollistaa operaattorien käyttämää referenssi-impedanssia, jonka avulla arvioidaan jakajan hyvyyttä,
- 30 kuvio 5 esittää erästä tunnetun tekniikan mukaista impedanssin korjausmenetelmää,
- kuvio 6 havainnollistaa tunnettua tilaajayhteydellä toteutettavaa siirtosuuntien erotusta,
- kuvio 7 havainnollistaa keksinnön mukaista suodatintopologiaa POTS/ADSL-jakajan alipäästösuodatinta varten,
- 35

- kuvio 8 havainnollistaa kuvion 7 mukaisessa toteutuksessa käytettävää passiivista alipäästösuodatinlohkoa sen yleisessä muodossa,
 kuvio 9 esittää differentiaalista toteutusta kuvion 8 suodatinlohkosta,
 kuvio 10 esittää suodatinlohkon erästä mahdollista toteutustapaa,
 5 kuvio 11 esittää yleistä 2-porttipiiriä,
 kuvio 12 esittää impedanssin muuntavan GIC:n periaatteellista toteutusta,
 kuvio 13 havainnollistaa impedanssin muuntavan GIC:n erästä käytännön toteutusta unipolaarisessa tapauksessa,
 kuvio 14 havainnollistaa kuvion 13 mukaisen GIC:n käytännön toteutusta differentiaalisessa tapauksessa,
 10 kuvio 15 esittää kuvion 14 GIC-lohkoa, kun sekä sen lähtö että sen tulo kytketyvät linjalle induktiivisesti, ja
 kuviot 16a ja 16b esittävät alipäästösuodatinlohkon käytännön esimerkkimitoituksia.

15

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Kuten edellä mainittiin, xDSL-tekniikassa vaadittava jakosuodatus on toteutettava siten, että palvelun laatu ei oleellisesti huonone, kun xDSL-ominaisuus lisätään tilaajajohdolle. Alipäästösuodattimen osalta tämä merkitsee
 20 mm. sitä, että suodattimen impedanssi on sovitettava mahdollisimman hyvin tilaajajohdolle. Kuten edellä myös mainittiin, joidenkin operaattorien vaatimukset edellyttävät, että impedanssisovitus suoritetaan erillisellä GIC-lohkolla.

Kuten yleisesti tunnettua, tavanomaisella tilaajayhteydellä erotetaan siirtosuunnat toisistaan impedanssisillan (hybridin) avulla. Tätä periaatetta on
 25 havainnollistettu kuviossa 6, jossa impedanssisillan muodostavat impedanssit Z_1 , Z_2 , Z_3 ja linjaimpedanssi Z_{line} . Lähetyshaarassa on puhelimen mikrofoni M kytketty vahvistimen A1 ja impedanssin Z_3 kautta linjajohtimelle L. Impedanssin Z_3 vahvistimen puoleinen napa on puolestaan kytketty impedanssien Z_1 ja Z_2 kautta maahan. Viimemainittujen yhteinen napa sekä linjajohdin L
 30 muodostavat vastaanottoliitännän, joka on puolestaan kytketty vastaanottovahvistimen A2 kautta kuulokkeelle E. Tasapainotilassa impedanssiarvoille pätee $Z_1/Z_2 = Z_3/Z_{\text{line}}$. Impedanssisillan oikea toiminta edellyttää, että sitä kuormitetaan tilaajajohdolla, joka on päätetty kaukopään sillalla (jonka periaatteellinen toteutus on identtinen tilaajapään kanssa ja joka on paikalliskeskuksessa).
 35

Keksinnön mukainen ratkaisu perustuu siihen oivallukseen, että puhelinyhteyden laadun kannalta oleellista on yhteyden symmetria, ei suodattimen symmetria, johon kahden GIC-lohkon toteutus perustuu. Kun alipäästösuo datin lisätään yhteydelle, se aiheuttaa impedanssisillan tasapainon heik kenemistä. Tästä johtuen impedanssin korjaus toteutetaan esillä olevassa keksinnössä epäsymmetrisesti niin, että suodattimen tilaajajohdon puolella, jossa 2/4-johdinkonversiota ei tehdä, ei ole erillistä GIC-lohkoa. Ensisijaisessa toteutuksessa käytetään kuvion 7 mukaista ratkaisua, jossa varsinainen suodatus suoritetaan passiivisella alipäästösuo datinlohkolla 72, joka on tyypillisesti RLC-verkko, ja POTS-liitännän ja alipäästösuo datinlohkon väliin sijoitetaan GIC-lohko 71, jolla impedanssisovitus palautetaan mahdollisimman suurella tarkkuudella vastaamaan tilannetta ennen ADSL:n asennusta. GIC-lohko on siis vain alipäästösuo datinlohkon POTS-liitännän puolella.

Alipäästösuo datinlohko 72 on yleisessä muodossaan kuviossa 8 esitetyn kaltainen verkko, joka käsittää N peräkkäistä alilohkoa B_i ($i=1\dots N$), joista jokainen voi käsittää (tilaajajohtoon nähden) pitkittäisen kondensaattorin CL_i , pitkittäisen vastuksen RL_i , pitkittäisen kelan LL_i ja poikittaisen kondensaattorin CT_i ($i=1\dots N$). Poikkeuksena tästä on tilaajajohdolta päin katsottuna ensimmäinen lohko (BN), jossa ei saa olla pitkittäiskapasitansseja. Näin siitä syystä, että alipäästösuo dattimella on oltava suuri tuloimpedanssi ADSL-kaistalla. Jokaisella näistä komponenteista on oma tehtävänsä suodatinlohkossa. Perustoiminto eli alipäästösuo datus saadaan pitkittäisen kelan ja poikittaisen kondensaattorin yhdistelmällä. Pitkittäisen kondensaattorin avulla voidaan puolestaan lisätä vaimennusta tietylle taajuuskaistalle. Pitkittäisillä vastuksilla RL_i voidaan muokata suodattimen karakteristista impedanssia ja tällä tavoin korjata tarvittaessa impedanssisovitusta tilaajajohdon puolelta.

Käytännön toteutus on tyypillisesti differentiaalinen, jolloin alipäästösuo datinlohko on kuvion 9 mukainen. Tässä tapauksessa on kunkin lohkon pitkittäinen induktanssi toteutettu muuntajalla TL_i (ja pitkittäiset vastukset ja kondensaattorit ovat ko. muuntajan kummankin käämityksen rinnalla).

Alipäästösuo datinlohkon peräkkäisten alilohkojen lukumäärä voi vaihdella. Yksinkertaisimmassa tapauksessa alilohkoja on vain yksi ($N=1$), mutta käytännössä riittävän ADSL-kaistan vaimennuksen saavuttamiseksi tarvitaan kuitenkin vähintään kaksi alilohkoa. Alilohkojen lukumäärällä vaikutetaan suodattimen jyrkkyyteen. Toisiaan vastaavilla komponenteilla on eri ali-

lohkoissa tyypillisesti eri arvot. Kussakin alilohkossa on vähintään pitkittäinen kela, mutta koko suodatinlohkossa on kuitenkin aina vähintään yksi pitkittäinen kela (muuntaja) ja yksi poikittainen kondensaattori. LC-verkon tapauksessa, jossa pitkittäisresistansseilla ei vaikuteta sovitukseen, on POTS-liitännän puoleinen GIC-lohko välttämätön.

Alipäästösuodatinlohko toteutetaan tunnettuja suodattimen mitoitusperiaatteita noudattaen, mutta lisäksi pitkittäisresistanssien avulla voidaan tarvittaessa hoitaa tilaajajohdon puoleista impedanssisovitusta. Tämän tarpeellisuus riippuu kuitenkin siitä, onko GIC-lohko välttämätön ja jos on, kuinka hyvin sovitusvaatimukset pystytään täyttämään pelkällä GIC-lohkokalla.

Kuviossa 10 on eräs alipäästösuodatinlohkon toteutusesimerkki, jossa on yhteensä kolme peräkkäistä alilohkoa. Ensimmäinen alilohko sisältää kaikki edellä mainitut komponentit, toisessa alilohkossa on pitkittäiskondensaattoreita lukuunottamatta kaikki muut komponentit ja kolmannessa alilohkossa on ainoastaan pitkittäismuuntaja. Tässä tapauksessa on pitkittäisresistansseilla RL1', RL1'', RL2' ja RL2'' muokattu suodattimen karakteristista impedanssia. Pelkän LC-verkon karakteristinen impedanssi on reaalinen, mutta muuttuu kompleksiseksi, jos pitkittäisresistanssit otetaan käyttöön. Jäljempänä esitetään vielä kaksi erilaista käytännön mitoitusesimerkkiä.

Myös impedanssin muuttavan GIC-lohkon 71 toteutuksessa voidaan noudattaa sinänsä tunnettuja periaatteita. Sovelluksen kannalta oleellista on mm. se, että GIC-lohko tarjoaa suhteellisen läpinäkyvän reitin (pienen vaimennuksen/vääristymän) soittojännitteelle ja tasavirralle. Seuraavassa kuvataan tarkemmin GIC-lohkon periaatteita. (Näitä periaatteita on kuvattu myös esim. julkaisussa Leonard T. Bruton: RC-Active Circuits, Theory and Design, kapale 2-6.1, Prentice-Hall, Inc., ISBN 0-13-753467-1.)

Yleisen 2-portin (kuvio 11) porttien 1 ja 2 virtojen ja jännitteiden välillä on yhteys, jonka määrittelevät portin ketjumatriisin alkiot A, B, C ja D seuraavasti:

$$\begin{bmatrix} V_1(s) \\ I_1(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A(s) & B(s) \\ C(s) & D(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2(s) \\ -I_2(s) \end{bmatrix}.$$

Yleisessä tapauksessa siis matriisialkiot kuten myös porttien virrat ja jännitteet ovat taajuusriippuvia (s on kompleksinen taajuus, jolle pätee $s=j\omega=j2\pi f$, missä f on taajuus ja $j^2=-1$). Jos pätee

$$\begin{cases} B = C = 0 \\ A \neq D \end{cases}$$

on kyseessä impedanssin muuttava 2-portti. Tämä tarkoittaa, että portin 1 tuloimpedanssin $Z_1 (=V_1/I_1)$ ja portin 2 kuormaimpedanssin Z_2 kytkee toisiinsa relaatio

$$Z_1 = \frac{A(s)Z_2}{D(s)} = F(s)Z_2.$$

Portissa 1 näkyvä impedanssi on siis yhtä kuin portin 2 kuormaimpedanssi kerrottuna kompleksisen taajuuden funktiolla, joka on riippumaton kuormaimpedanssista. Tällaisen ketjumatriisin omaava 2-portti voidaan toteuttaa kytke-
mällä porttien välille portin 2 jännitteellä ohjattu jännitelähde kuvion 12 mukai-
sesti.

Ohjatun lähteen kytkeminen käytännön tilaajajohdolle on edullista tehdä kuvion 13 mukaisella piiritopologialla, jossa jännitelähteen (operaatio-
vahvistimen OP1) tulo kytkeytyy linjalle kapasitiivisesti ja lähtö induktiivisesti.
Tämän ratkaisun etuna on se, että tarvittavat komponentit ovat (fyysisesti ja/tai
sähköisesti) mahdollisimman pienikokoisia. Kuvion 13 kytkennässä operaatio-
vahvistimen invertoimaton tulo on kytketty maapotentiaaliin ja sen invertoitu
tulo vastuksen R_{in} ja kondensaattorin C_{in} muodostaman sense-piirin SC
kautta linjalle. Tämän RC-piirin avulla otetaan operaatiovahvistimelle näyte
linjajännitteestä. Kapasitanssin C_{in} arvo on suuri niin, että äänikaistalla ka-
pasitanssi voidaan olettaa likimain oikosuluksi, jolloin vahvistimella on
(äänikaistalla) resistiivinen tulo. Operaatiovahvistimen takaisinkytkentäsilmu-
kassa on impedanssi Z_f , joka on kompleksisen taajuuden s funktio, jolloin pis-
teeseen P1 saadaan jännite $V(a+bs)$, kun V on tulojännite, missä a ja b ovat
vakioita. Muuntajan T2 avulla muunnetaan tämä jännite linjalle pitkittäiseen
muotoon. Kuvion 13 kytkentä noudattaa siis kuvion 12 periaatetta.

Käytännössä tilaajajohto on kaksijohtiminen, joten kytkentä on tehtävä differentiaalisesti. Kuviossa 14 on havainnollistettu tällaista toteutusta. Täs-
sä tapauksessa saadaan operaatiovahvistimen OPb tuloon virta I_b , joka on
verrannollinen johtimen b potentiaaliin V_b . Operaatiovahvistin OPa avulla to-
teutetaan analoginen inversio, jolloin vahvistimen lähtöön saadaan virta I_a , joka
on verrannollinen potentiaaliin $-V_a$, kun V_a on johtimen a potentiaali. Operaatio-
vahvistimen OPb avulla nämä virrat summataan impedanssin Z_f muodosta-

maan takaisinkytkentähaaraan, jolloin pisteeseen P1 saadaan jännite, joka on edellä kuvattua muotoa.

Kuvion 14 mukaiseen GIC-lohkon toteutukseen liittyy kuitenkin eräs ongelma: kytkentä muuttaa yhteismuotoista jännitettä differentiaaliseksi. Ongelmaan voidaan tarjota kaksi vaihtoehtoista ratkaisua:

1. Toteutetaan suodatin niin, että elektroniikan maapotentiaalista on käytännössä ääretön impedanssi maapalloon, so. suodattimen elektroniikka kelluu.
2. Valitaan GIC-lohkon ottopiirin vastukset ja kondensaattorit niin, että epäsymmetria on häviävän pieni.

Käytännön toteutuksessa ainoastaan vaihtoehto 1 lienee realistinen, sillä vastusten ja kondensaattorien valinta kohdan 2 mukaisesti on erittäin kallista.

Kuvio 15 esittää GIC-lohkoa, jossa sekä tulo- että lähtöpiiri kytkeytyvät linjalle induktiivisesti. Tässä tapauksessa ei tulokapasitansseja C_{in} tarvita (ensiökkämin välitossa on kondensaattori C), joten vastukset R_{in} kytkeytyvät suoraan muuntajan T3 toisiokäämityksen päihin. Muuntaja T3 voidaan toteuttaa erittäin symmetrisesti verrattuna diskreetteihin vastuksiin ja kondensaattoreihin, joten maadoitusjärjestelyihin ei tarvitse kiinnittää erityishuomiota tätä topologiaa käytettäessä. Tämäkään kytkentä ei kuitenkaan ole optimaalinen, sillä sekä muuntajan T3 pääinduktanssin että kondensaattorin C kapasitanssin täytyy olla huomattavan suuri. Käytännössä tämä johtaa fyysisesti suurikokoisiin komponentteihin.

Suuria kapasitansseja (luokkaa mikrofaraadi tai enemmän) käytettäessä on kuitenkin olemassa riski, että puhelin ei soi, kun keskuksen soittoaä-nigeneraattoria kuormitetaan kapasitiivisesti. Myös tästä syystä on erittäin epäsuotavaa käyttää kahden GIC-lohkon toteutusta. Keksinnön mukaisen lisäetuna on siis se, että mainittu riski saadaan pienemmäksi ko. toteutuksissa.

Kuten edellä mainittiin, jos teleoperaattorin asettamat sovitussvaatimukset eivät ole tiukkoja, on periaatteessa mahdollista hoitaa sovitus pelkän RLC-verkon avulla pitkittäisresistanssien mitoituksella.

Kuvioissa 16a ja 16b on esitetty alipäästösuodatinlohkon kaksi käytännön esimerkkimitoitusta. Kuvion 16a tapauksessa on käytetty GIC-lohkoa (joka on edullisesti esim. kuvion 13 mukainen), kun taas kuvion 16b tapauksessa sovitus on hoidettu pelkän RLC-verkon avulla. Kuvioissa linjalta päin

- nähtynä ensimmäisenä esitetty ADSL-modeemin tulokapasitanssi 50 nF (jota ei luonnollisestikaan kalusteta suodattimeen). Mitoituksessa on oletettu, että tilaajayhteydellä käytetään 3 km pitkää kierrettyä parikaapelia, jossa yksittäisen kuparijohdon paksuus on 0,4 mm. Tällainen johdinpaksuus on yleisin Euroopan puhelinverkoissa. Tilaajalaitetta simuloivan referenssi-impedanssin Z_{ref} komponenttiarvot olivat: $R_{11}=270\Omega$, $R_{12}=750\Omega$ ja $C_{11}=150\text{nF}$. Kyseisillä mitoituksilla päästään oletetussa ympäristössä tulokseen, jossa tilaaja ei voi kuulla minkäänlaista heikennystä, kun jakaja lisätään tilaajajohdolle. Tilaajan kannalta katsottuna palvelu voidaan siis käytännössä toteuttaa yhtä laadukkaana kuin kahden GIC-lohkon avulla, mutta edellä kuvatut, kahden GIC-lohkon toteutukseen liittyvät epäkohdat saadaan eliminoidua.

- Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella edellä ja oheisissa patenttivaatimuksissa esitetyn keksinnöllisen ajatuksen puitteissa. Kuten edellä mainittiin, esim. GIC-lohko voi olla mitä tahansa tunnettua tyyppiä. Näitä on kuvattu esim. edellä viitatussa EP-julkaisussa. Tosin virta-GIC:n (EP-julkaisun kuvio 7) käytännön epäkohtia ovat suuri pinta-alan kulutus (mahd. soittoääniongelma) sekä se, ettei symmetriaongelmasta päästä täysin eroon muuten kuin edellä kuvatulla maan kellu-
tuksella.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kapea- ja laajakaistapalvelujen toteuttamiseksi tietoliikenneverkon siirtojohdolla (SL), jolla on taajuudesta riippuva karakteristinen impedanssi, jonka menetelmän mukaisesti
- 5 - siirtojohdolla siirretään kapeakaistaiseen palveluun kuuluvia signaaleja ensimmäisellä taajuusalueella, joka on tietyn rajataajuuden alapuolella ja laajakaistaiseen palveluun kuuluvia signaaleja toisella taajuusalueella, joka on mainitun rajataajuuden yläpuolella,
- siirtojohdolle kytketään jakajaelementti (PS1, PS2), joka sisältää
- 10 passiivisen alipäästösuodatinlohkon (72), joka on kytketty siirtojohdon ja ensimmäisen liitännän (I1) väliin ja ylipäästösuodatinyksikön (HPF), joka on kytketty siirtojohdon ja toisen liitännän (I2) väliin, jolloin alipäästösuodatinlohkon avulla erotetaan kapeakaistapalveluun liittyvät signaalit ensimmäiseen liitännään ja ylipäästösuodatinyksikön avulla laajakaistapalveluun liittyvät signaalit
- 15 toiseen liitännään, sekä erilliset impedanssin konvertointielimet (71) ensimmäisen liitännän sovittamiseksi siirtojohdon karakteristiseen impedanssiin,
- t u n n e t t u siitä, että
- impedanssin konvertointielimet sijoitetaan kokonaisuudessaan alipäästösuodatinlohkon (72) siirtojohdon puoleisen liitännän ja mainitun ensimmäisen liitännän väliin.
- 20
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että konvertointielimistä muodostetaan erillinen konvertointilohko (71), joka sovitetaan ensimmäisen liitännän ja alipäästösuodatinlohkon väliin.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
- 25 että alipäästösuodatinlohko toteutetaan pelkästään induktansseja ja kapasitansseja sisältävänä LC-verkkona (72), joka käsittää ainakin yhden tilaajajohtoon nähden pitkittäisen induktanssin ja ainakin yhden tilaajajohtoon nähden poikittaisen kapasitanssin.
4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,
- 30 että alipäästösuodatinlohko toteutetaan induktansseja ja kapasitansseja sisältävänä LC-verkkona (72), ja että osa impedanssin konvertointielimistä toteutetaan lisäämällä mainittuun verkkoon ainakin yksi vastuselementti (RL1', RL1'', RL2', RL2'').
5. Tietoliikennejärjestelmän jakajaelementti eri taajuusalueilla siirrettävien signaalien erottamiseksi toisistaan, joka jakajaelementti käsittää
- 35

- linjaportin (P), joka on kytketty siirtojohdolle (SL), jolla on taajuudesta riippuva karakteristinen impedanssi,

- alipäästösuodatinlohkon (72), joka on kytketty linjaportin ja ensimmäisen liitännän (I1) väliin, joka ensimmäinen liitäntä on tarkoitettu alemmalla taajuusalueella siirrettäville signaaleille,

- ylipäästösuodatinyksikön (HPF), joka on kytketty linjaportin ja toisen liitännän (I2) väliin, joka toinen liitäntä on tarkoitettu ylemmällä taajuusalueella siirrettäville signaaleille, ja

- erilliset impedanssin konvertointielimet (71) ensimmäisen liitännän sovittamiseksi siirtojohdon karakteristiseen impedanssiin,

t u n n e t t u siitä, että

impedanssin konvertointielimet on sovitettu kokonaisuudessaan alipäästösuodatinlohkon siirtojohdon puoleisen liitännän ja mainitun ensimmäisen liitännän väliin.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen jakajaelementti, t u n n e t t u siitä, että impedanssin konvertointielimet käsittävät erillisen konvertointilohkon (71), joka on sovitettu ensimmäisen liitännän ja alipäästösuodatinlohkon väliin.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen jakajaelementti, t u n n e t t u siitä, että alipäästösuodatinlohko käsittää pelkästään induktansseja ja kapasitansseja sisältävän verkon (72), joka sisältää ainakin yhden tilaajajohtoon nähden pitkittäisen induktanssin ja ainakin yhden tilaajajohtoon nähden poikittaisen kapasitanssin.

8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen jakajaelementti, t u n n e t t u siitä, että alipäästösuodatinlohko käsittää pelkästään induktansseja ja kapasitansseja sisältävän verkon (72), joka sisältää ainakin yhden tilaajajohtoon nähden pitkittäisen induktanssin ja ainakin yhden tilaajajohtoon nähden poikittaisen kapasitanssin, ja että impedanssin konvertointielimet käsittävät lisäksi ainakin yhden vastuselementin (RL1', RL1'', RL2', RL2''), joka on sovitettu mainittuun verkkoon.

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee kapea- ja laajakaistapalvelujen toteuttamista tietoliikenneverkossa. Siirtojohdolle kytketään jakajaelementti, joka sisältää passiivisen alipäästösuodatinlohkon (72), joka on kytketty siirtojohdon ja ensimmäisen liitännän (I1) väliin, ylipäästösuodatinyksikön (HPF), joka on kytketty siirtojohdon ja toisen liitännän (I2) väliin, sekä erilliset impedanssin konvertointielimet (71) ensimmäisen liitännän soveltamiseksi siirtojohdon karakteristiseen impedanssiin. Jotta alipäästösuodatinlohkon vaatima impedanssisovitus voitaisiin toteuttaa taloudellisesti edullisesti palvelun laatu säilyttäen, impedanssin konvertointielimet sijoitetaan kokonaisuudessaan alipäästösuodatinlohkon (72) siirtojohdon puoleisen liitännän ja ensimmäisen liitännän väliin.

(kuvio 7)

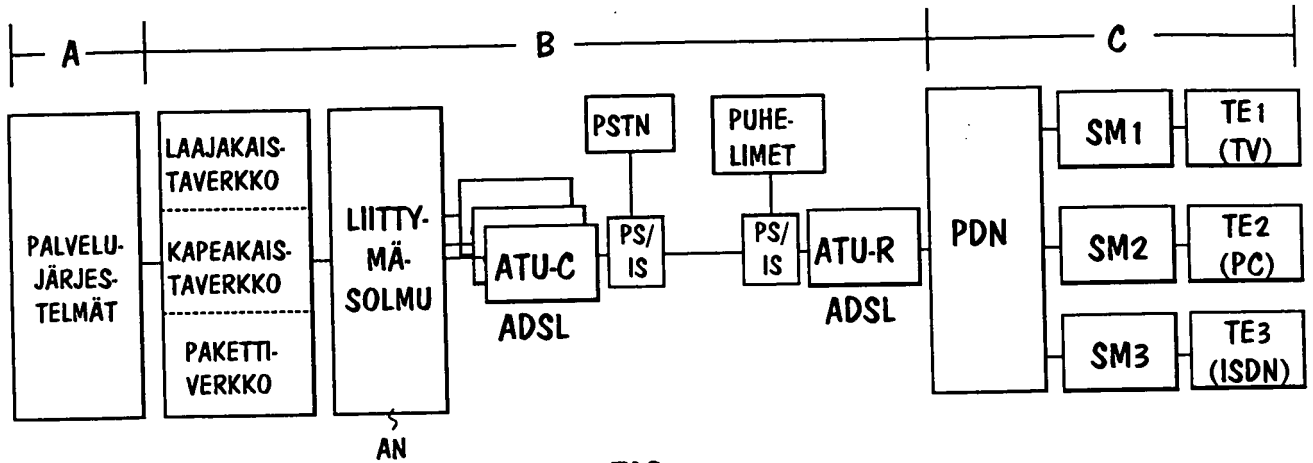


FIG. 1

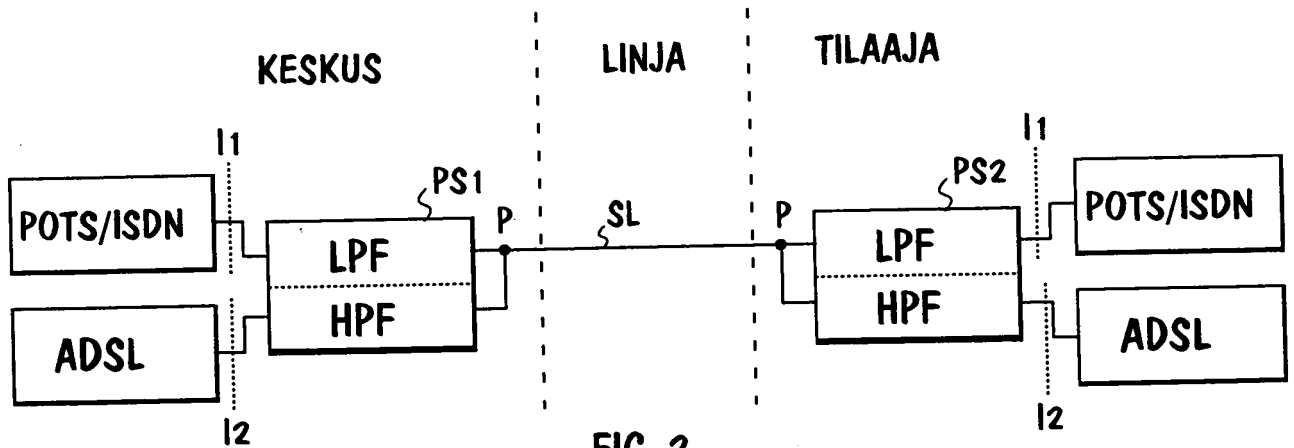


FIG. 2

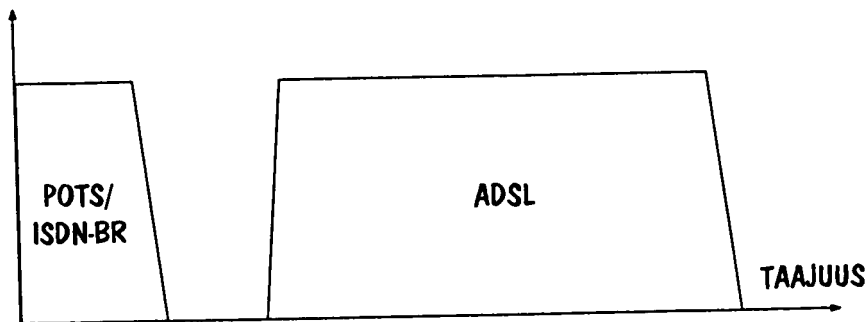


FIG. 3

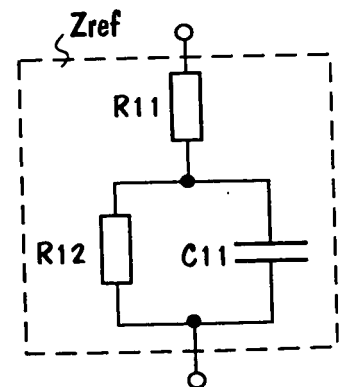


FIG. 4

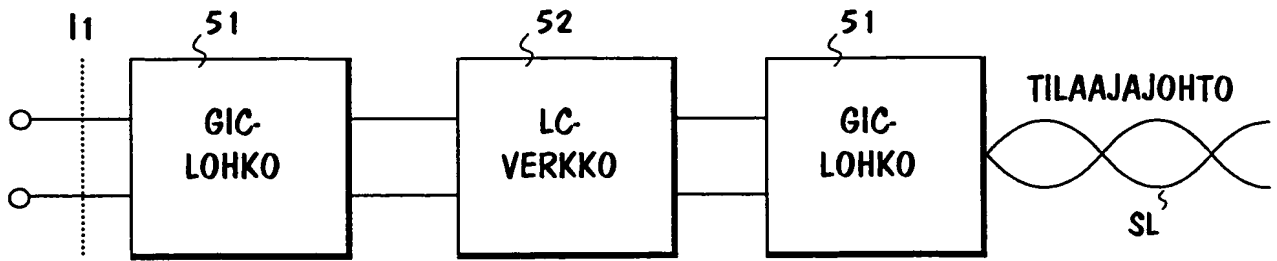


FIG. 5

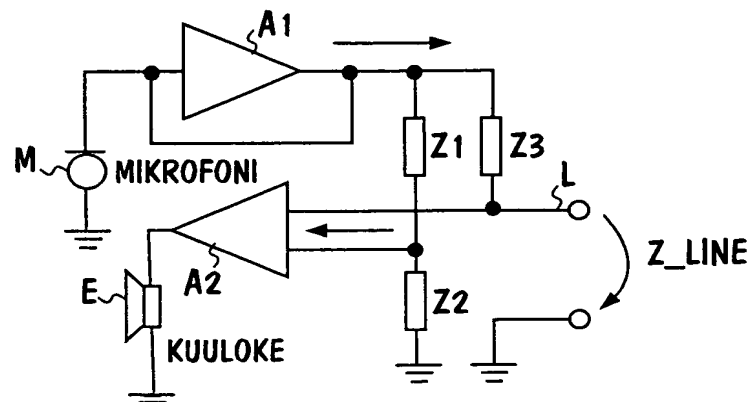


FIG. 6

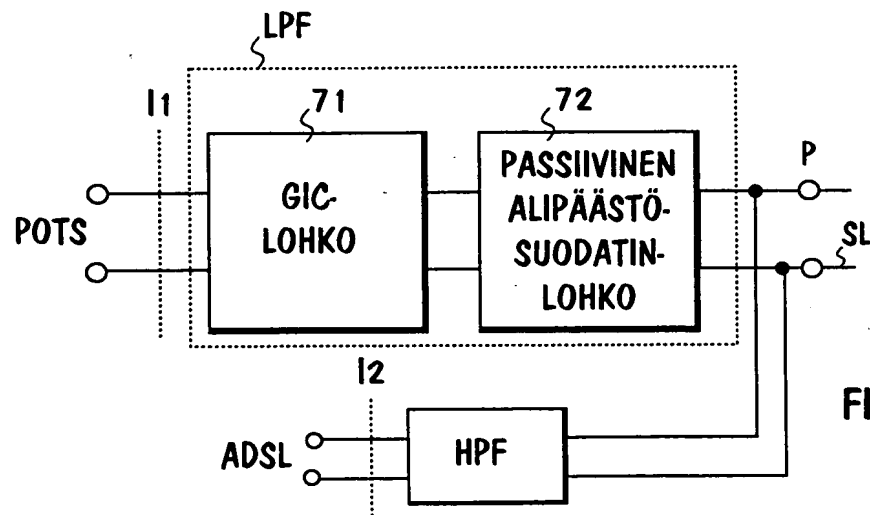


FIG. 7

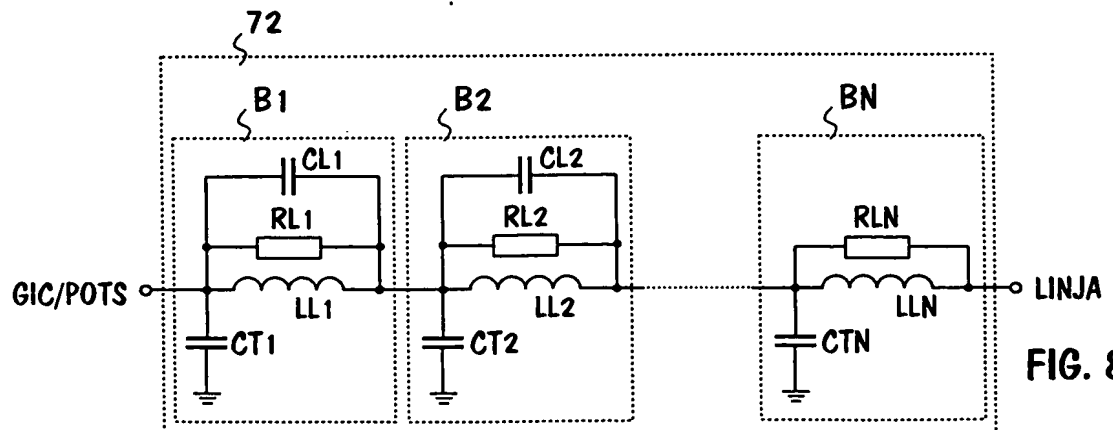
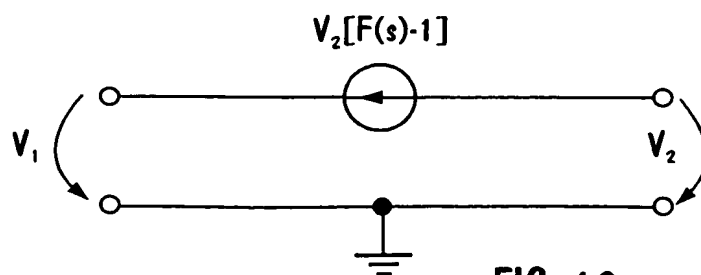
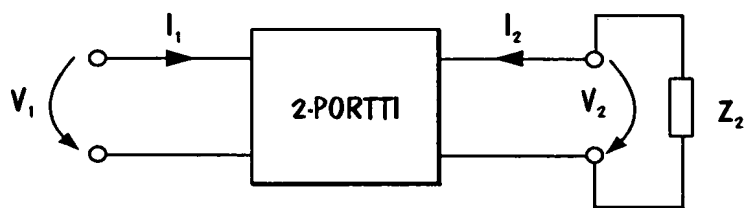
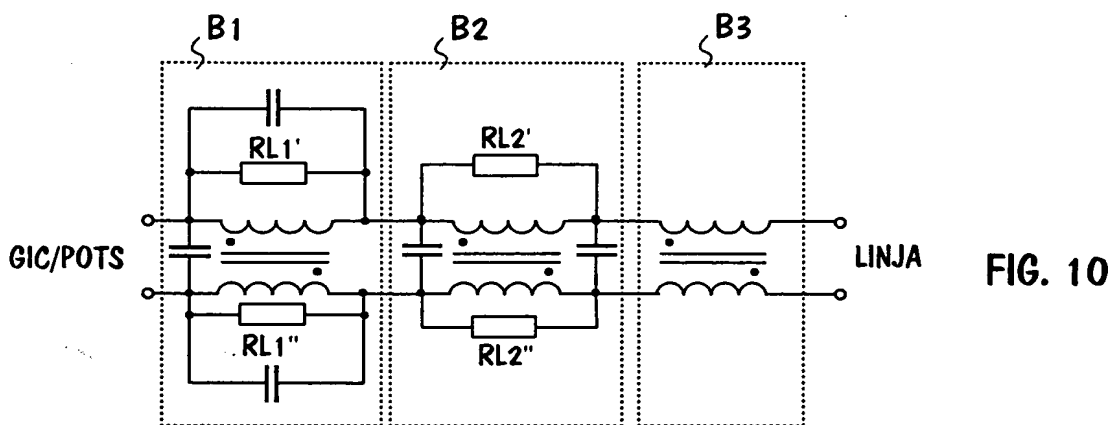
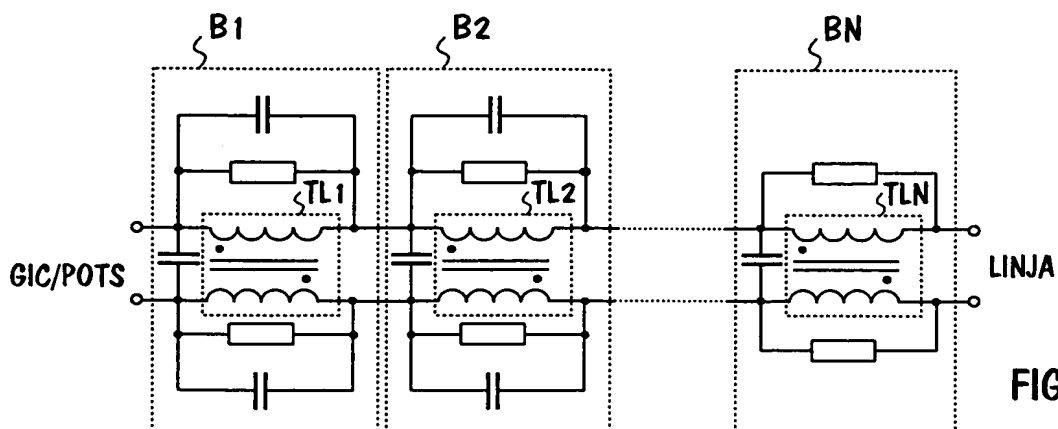
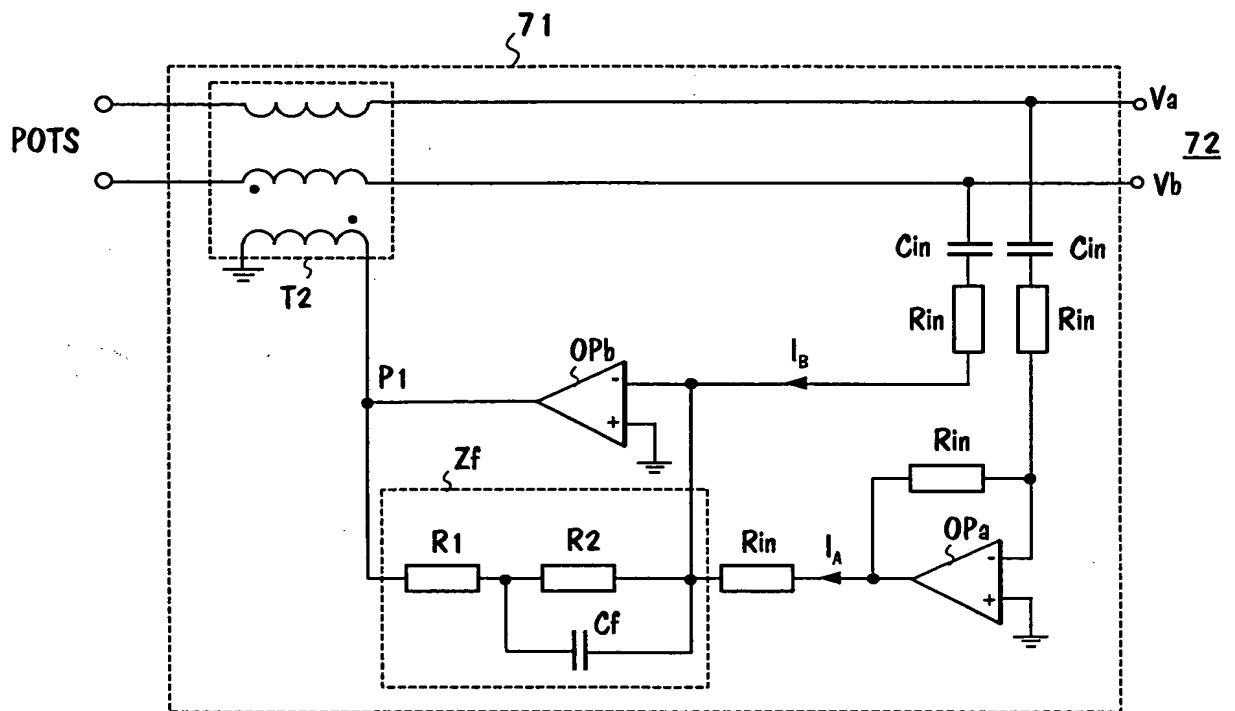
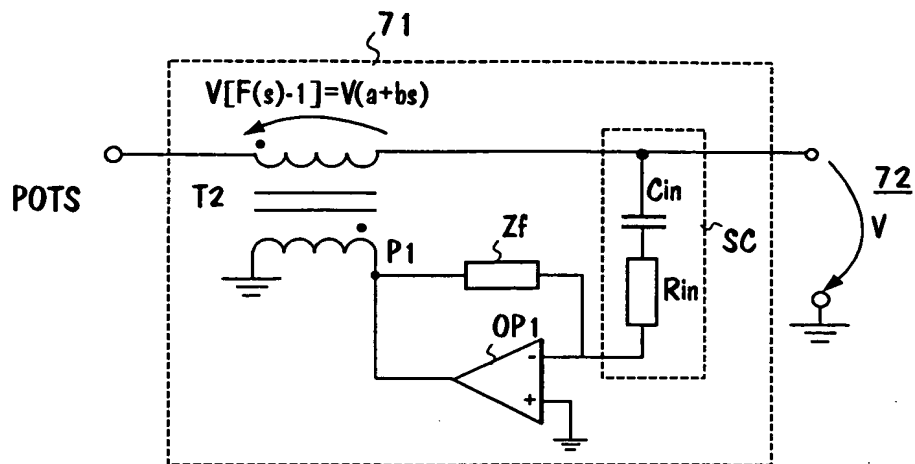


FIG. 8





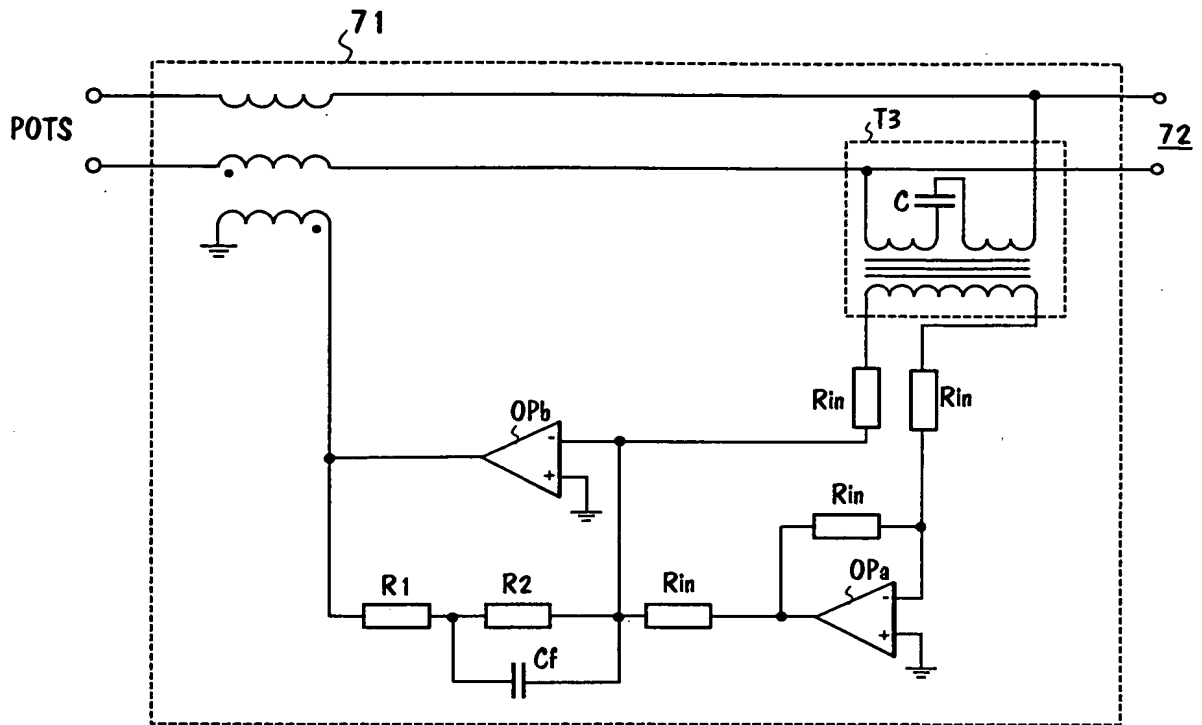


FIG. 15

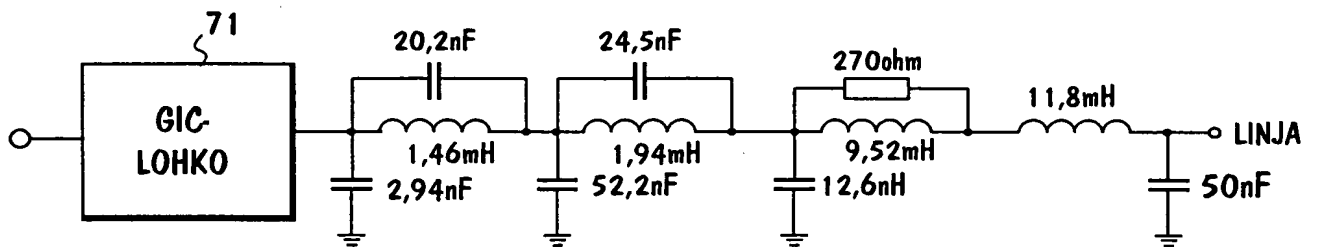


FIG. 16a

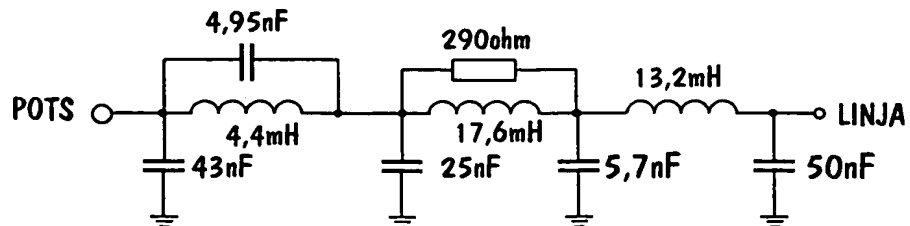


FIG. 16b